

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-175601

(43)Date of publication of application : 24.06.2003

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 2002-292235

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 04.10.2002

(72)Inventor : BABA KOICHI  
IKEDA KOJI  
MATSUO KOJI  
TOMITA MASASHI  
OYAMA MASAHARU  
TACHIKAWA MASAICHIRO

(30)Priority

Priority number : 2001310541

Priority date : 05.10.2001

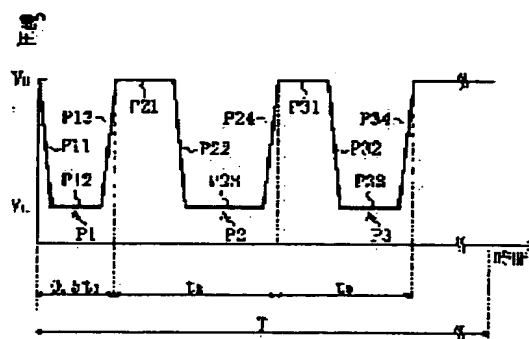
Priority country : JP

## (54) INKJET RECORDER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve quality in recording by reducing variation in ejection speeds of nozzles in an inkjet head wherein a plurality of ink drops are ejected in one printing cycle and the ink drops are united to be adhered to a recording paper.

**SOLUTION:** A driving signal includes a first pulse P1, a second pulse P2, and a third pulse P3. The first, second and third pulses P1-P3 are arranged in an order such that the pulse intervals become gradually close to a reference resonance cycle. The pulse interval t1 of the first pulse P1 is set to be shorter than the reference resonance cycle, the pulse interval t2 of the second pulse P2 is set to be longer than the reference resonance cycle, and the pulse interval t3 of the third pulse P3 is set to be shorter than the reference resonance cycle.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

BEST AVAILABLE COPY

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-175601

(P2003-175601A)

(43) 公開日 平成15年6月24日 (2003.6.24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テマコード\* (参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-292235 (P2002-292235)

(22) 出願日 平成14年10月4日 (2002.10.4)

(31) 優先権主張番号 特願2001-310541 (P2001-310541)

(32) 優先日 平成13年10月5日 (2001.10.5)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 馬場 弘一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 池田 浩二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外7名)

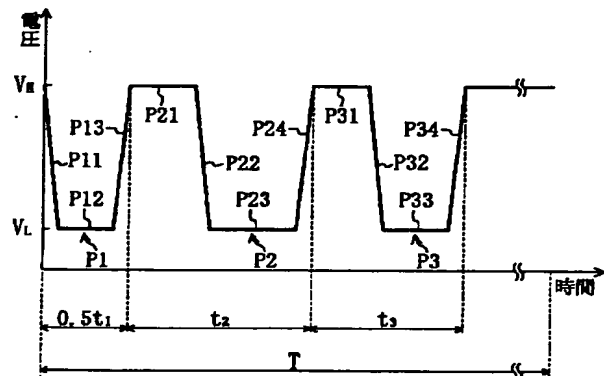
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録装置

(57) 【要約】

【課題】 一印刷周期内に複数のインク滴を吐出し、これらインク滴を飛翔中に合体させてから記録紙に着弾させるインクジェットヘッドにおいて、ノズル間の吐出速度のばらつきを少なくすることにより、記録の品質の向上を図る。

【解決手段】 駆動信号は、第1パルスP1と第2パルスP2と第3パルスP3とを含んでいる。第1～第3パルスP1～P3は、パルス間隔が徐々に基準共振周期に近づくような順番に並んでいる。第1パルスP1のパルス間隔 $t_1$ は基準共振周期よりも短く、第2パルスP2のパルス間隔 $t_2$ は基準共振周期よりも長く、第3パルスP3のパルス間隔 $t_3$ は基準共振周期よりも短く設定されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズルと当該ノズルに連通し且つインクが充填された圧力室とが形成されたヘッド本体と、前記ヘッド本体に設けられ、圧電素子と当該圧電素子に電圧を印加する電極とを有し、前記圧電素子の圧電効果によって前記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、

前記アクチュエータの電極に信号を供給する信号供給手段とを備え、

前記信号供給手段は、一印刷周期内に、複数のパルス信号からなる駆動信号であって複数のインク滴を吐出させ且つそれらインク滴を飛翔中に合体させる駆動信号を印加し、

前記駆動信号は、ヘッドのヘルムホルツ周期に等しい所定パルス間隔よりも短い間隔で印加されるパルス信号と、前記所定パルス間隔よりも長い間隔で印加されるパルス信号とを含んでいるインクジェット式記録装置。

【請求項2】 ノズルと当該ノズルに連通し且つインクが充填された圧力室とが形成されたヘッド本体と、前記ヘッド本体に設けられ、圧電素子と当該圧電素子に電圧を印加する電極とを有し、前記圧電素子の圧電効果によって前記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、

前記アクチュエータの電極に信号を供給する信号供給手段とを備え、

前記信号供給手段は、一印刷周期内に、複数のパルス信号からなる駆動信号であって複数のインク滴を吐出させ且つそれらインク滴を飛翔中に合体させる駆動信号を印加し、

前記駆動信号は、インク滴の吐出速度を最大にする所定のパルス間隔よりも短い間隔で印加されるパルス信号と、前記所定パルス間隔よりも長い間隔で印加されるパルス信号とを含んでいるインクジェット式記録装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載のインクジェット式記録装置であって、

前記駆動信号に含まれる複数のパルス信号は、各パルス信号のパルス間隔と前記所定パルス間隔との差の絶対値が徐々に小さくなるような順序で印加されるインクジェット式記録装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか一つに記載のインクジェット式記録装置であって、

前記駆動信号は、第1、第2及び第3のパルス信号を含んでおり、

前記第1～第3パルス信号のうち、いずれか2つのパルス信号のパルス間隔は前記所定パルス間隔よりも短く、他の1つのパルス信号のパルス間隔は前記所定パルス間隔よりも長いインクジェット式記録装置。

【請求項5】 請求項1～3のいずれか一つに記載のインクジェット式記録装置であって、

前記駆動信号は、第1、第2及び第3のパルス信号を含

んでおり、

前記第1～第3パルス信号のうち、いずれか2つのパルス信号のパルス間隔は前記所定パルス間隔よりも長く、他の1つのパルス信号のパルス間隔は前記所定パルス間隔よりも短いインクジェット式記録装置。

【請求項6】 ノズルと当該ノズルに連通し且つインクが充填された圧力室とが形成されたヘッド本体と、

前記ヘッド本体に設けられ、圧電素子と当該圧電素子に電圧を印加する電極とを有し、前記圧電素子の圧電効果によって前記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、

前記アクチュエータの電極に信号を供給する信号供給手段とを備え、

前記信号供給手段は、一印刷周期内に、複数のパルス信号からなる駆動信号であって複数のインク滴を吐出させ且つそれらインク滴を飛翔中に合体させる駆動信号を印加し、

前記駆動信号は、ヘッドのヘルムホルツ周期の半周期に等しい所定パルス幅よりも短いパルス幅を有するパルス信号と、前記所定パルス幅よりも長いパルス幅を有するパルス信号とを含んでいるインクジェット式記録装置。

【請求項7】 ノズルと当該ノズルに連通し且つインクが充填された圧力室とが形成されたヘッド本体と、

前記ヘッド本体に設けられ、圧電素子と当該圧電素子に電圧を印加する電極とを有し、前記圧電素子の圧電効果によって前記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、

前記アクチュエータの電極に信号を供給する信号供給手段とを備え、

前記信号供給手段は、一印刷周期内に、複数のパルス信号からなる駆動信号であって複数のインク滴を吐出させ且つそれらインク滴を飛翔中に合体させる駆動信号を印加し、

前記駆動信号は、インク滴の吐出速度を最大にする所定のパルス幅よりも短いパルス幅を有するパルス信号と、前記所定パルス幅よりも長いパルス幅を有するパルス信号とを含んでいるインクジェット式記録装置。

【請求項8】 請求項6または7に記載のインクジェット式記録装置であって、

前記駆動信号に含まれる複数のパルス信号は、各パルス信号のパルス幅と前記所定パルス幅との差の絶対値が徐々に小さくなるような順序で印加されるインクジェット式記録装置。

【請求項9】 請求項6～8のいずれか一つに記載のインクジェット式記録装置であって、

前記駆動信号は、第1、第2及び第3のパルス信号を含んでおり、

前記第1～第3パルス信号のうち、いずれか2つのパルス信号のパルス幅は前記所定パルス幅よりも短く、他の1つのパルス信号のパルス幅は前記所定パルス幅よりも

長いインクジェット式記録装置。

【請求項10】 請求項6～8のいずれか一つに記載のインクジェット式記録装置であって、

前記駆動信号は、第1、第2及び第3のパルス信号を含んでおり、

前記第1～第3パルス信号のうち、いずれか2つのパルス信号のパルス幅は前記所定パルス幅よりも長く、他の1つのパルス信号のパルス幅は前記所定パルス幅よりも短いインクジェット式記録装置。

【請求項11】 請求項1～10のいずれか一つに記載のインクジェット式記録装置であって、

圧電素子の厚みが0.5  $\mu\text{m}$ ～5  $\mu\text{m}$ に設定されているインクジェット式記録装置。

【請求項12】 請求項1～11のいずれか一つに記載のインクジェット式記録装置であって、

ヘッド本体とアクチュエータとは、インクジェットヘッドを構成しており、

前記インクジェットヘッドと記録媒体とを相対移動させる移動手段を備えているインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、いわゆる多階調印刷等のため、インクジェットヘッドの同一のノズルから一印刷周期内に複数のインク滴を吐出し、これら複数のインク滴によって一つのインクドットを形成するインクジェット式記録装置が知られている。

【0003】一般に、この種のインクジェット式記録装置に搭載されるインクジェットヘッドは、インクを収容する圧力室と当該圧力室に連通するノズルとが形成されたヘッド本体と、上記ノズルからインク滴を吐出させるように圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータとを備えている。また、記録装置は、アクチュエータに駆動信号を供給する駆動信号供給部を備えている。ヘッドの小型化等のため、アクチュエータとしては、圧電素子を有するものがよく用いられている。

【0004】記録動作の際には、まず、上記駆動信号供給部が一印刷周期中に1または2以上のパルスを含む駆動信号を供給する。そして、当該駆動信号を受けたアクチュエータは、圧力室内のインクをノズルから押し出すことによって、パルス数と同数のインク滴を吐出させる。吐出されたインク滴は、吐出順に記録紙上に着弾し、一つのインクドットを形成する。このようなインクドットが記録紙上に多数集合することにより、当該記録紙に所定の画像等が形成される。ここで、一印刷周期中に吐出するインク滴の個数を調整することにより、ドットの濃淡や大きさが調整される。その結果、いわゆる多階調印刷が行われることになる。

【0005】しかし、高速印刷を行う場合には、インクジェットヘッドのキャリッジ速度が大きいため、同一のノズルから吐出された複数のインク滴は、着弾位置がキャリッジ方向にずれやすくなる。その結果、インクドットがキャリッジ方向に細長い長円形状になってしまい、画像の品質が低下しやすかった。

【0006】そこで、高速印刷を可能にすべく、後から吐出するインク滴の吐出速度を先に吐出するインク滴の吐出速度よりも大きくすることにより、同一のノズルから吐出された2つのインク滴同士を飛翔中に合体させ、一つのインク滴にしてから着弾させることが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0007】

【特許文献1】特開昭59-133066号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、インクジェットヘッドの高密度化が進んでおり、アクチュエータ等の寸法誤差やアクチュエータの特性の経年変化等がインク滴の吐出速度に与える影響は、益々大きくなりつつある。すなわち、アクチュエータや圧力室等に寸法誤差等があると、たとえ同一の駆動信号を印加したとしても、その駆動信号によるアクチュエータの変形度合いや圧力室内のインクの挙動は、寸法誤差等のないものとは異なるものとなる。そのため、複数のアクチュエータ間に寸法誤差等のばらつきが生じると、ノズル間のインク滴の吐出速度もばらつくことになる。そして、このようなインク滴の吐出速度のばらつきは着弾位置のばらつきを招き、例えばベタ印字の場合に白筋が発生するなど、画質低下の要因となる。特に、前記インクジェットヘッドのように、複数のインク滴を飛翔中に合体させるインクジェットヘッドでは、各インク滴の吐出速度の誤差が増幅され、着弾位置のばらつきを生じやすかった。

【0009】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、ノズル間の吐出速度の変動を少なくすることにより、記録の品質の向上を図ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係るインクジェット式記録装置は、ノズルと当該ノズルに連通し且つインクが充填された圧力室とが形成されたヘッド本体と、前記ヘッド本体に設けられ、圧電素子と当該圧電素子に電圧を印加する電極とを有し、前記圧電素子の圧電効果によって前記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、前記アクチュエータの電極に信号を供給する信号供給手段とを備え、前記信号供給手段は、一印刷周期内に、複数のパルス信号からなる駆動信号であって複数のインク滴を吐出させ且つそれらインク滴を飛翔中に合体させる駆動信号を印加し、前記駆動信号は、ヘッドのヘルムホルツ周期に等しい所定パルス間隔よりも短い間隔で印加されるパルス信号と、前記所定パルス間隔よりも長い間隔で印加されるパルス信号とを含んでいる。

ものである。

【0011】なお、ここでのヘドのヘルムホルツ周期とは、インク（音響要素）及びアクチュエータ等を含んだ振動系全体の固有周期をいう。

【0012】理論的には、パルス信号のパルス間隔が上記ヘルムホルツ周期に近いほど、インクメニスカス振動の共振の程度は大きくなる。そのため、インク滴の吐出速度は、パルス間隔が上記ヘルムホルツ周期に近いほど大きくなる。

【0013】上記インクジェット式記録装置では、一印刷周期内に印加される複数のパルス信号は、上記ヘルムホルツ周期よりも短い間隔で印加されるパルス信号と、上記ヘルムホルツ周期よりも長い間隔で印加されるパルス信号とを含んでいる。そのため、アクチュエータや圧力室などの寸法誤差またはアクチュエータの特性変化等によってヘルムホルツ周期が変動した場合には、この変動によって吐出速度が大きくなるインク滴と吐出速度が小さくなるインク滴とが混在することになる。その結果、合体後のインク滴の吐出速度を増加させる成分（つまり、ヘルムホルツ周期の変動によって吐出速度が大きくなるインク滴）と減少させる成分（つまり、ヘルムホルツ周期の変動によって吐出速度が小さくなるインク滴）とが、互いのずれ成分をある程度打ち消し合うので、合体後の吐出速度の変動は抑制される。そのため、ノズル間の吐出速度のばらつきは少なくなる。したがって、インク滴の着弾位置のばらつきが少なくなり、記録の品質は向上する。

【0014】本発明に係るインクジェット式記録装置は、ノズルと当該ノズルに連通し且つインクが充填された圧力室とが形成されたヘッド本体と、前記ヘッド本体に設けられ、圧電素子と当該圧電素子に電圧を印加する電極とを有し、前記圧電素子の圧電効果によって前記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、前記アクチュエータの電極に信号を供給する信号供給手段とを備え、前記信号供給手段は、一印刷周期内に、複数のパルス信号からなる駆動信号であって複数のインク滴を吐出させ且つそれらインク滴を飛翔中に合体させる駆動信号を印加し、前記駆動信号は、インク滴の吐出速度を最大にする所定のパルス間隔よりも短い間隔で印加されるパルス信号と、前記所定パルス間隔よりも長い間隔で印加されるパルス信号とを含んでいるものである。

【0015】前述したように、理論的には、インク滴の吐出速度を最大にするパルス間隔は、ヘッドのヘルムホルツ周期に等しい時間間隔である。しかし、実際には、パルス間隔が上記ヘルムホルツ周期から若干ずれた所定間隔になったときに、吐出速度が最大となる場合もある。これは、隣り合うアクチュエータ同士の相互干渉等、種々の不確定要素が考えられるからである。ただし、このような所定パルス間隔は、予め実験等によって一義的に特定されるものである。

【0016】上記インクジェット式記録装置では、一印刷周期内に印加される複数のパルス信号は、上記所定パルス間隔よりも短い間隔で印加されるパルス信号と、上記所定パルス間隔よりも長い間隔で印加されるパルス信号とを含んでいる。そのため、前述のインクジェット式記録装置と同様、ノズル間の吐出速度のばらつきは少なくなり、記録の品質は向上する。

【0017】前記駆動信号に含まれる複数のパルス信号は、各パルス信号のパルス間隔と前記所定パルス間隔との差の絶対値が徐々に小さくなるような順序で印加されてもよい。

【0018】前記駆動信号は、第1、第2及び第3のパルス信号を含んでおり、前記第1～第3パルス信号のうち、いずれか2つのパルス信号のパルス間隔は前記所定パルス間隔よりも短く、他の1つのパルス信号のパルス間隔は前記所定パルス間隔よりも長くてもよい。

【0019】前記駆動信号は、第1、第2及び第3のパルス信号を含んでおり、前記第1～第3パルス信号のうち、いずれか2つのパルス信号のパルス間隔は前記所定パルス間隔よりも長く、他の1つのパルス信号のパルス間隔は前記所定パルス間隔よりも短くてもよい。

【0020】本発明に係るインクジェット式記録装置は、ノズルと当該ノズルに連通し且つインクが充填された圧力室とが形成されたヘッド本体と、前記ヘッド本体に設けられ、圧電素子と当該圧電素子に電圧を印加する電極とを有し、前記圧電素子の圧電効果によって前記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、前記アクチュエータの電極に信号を供給する信号供給手段とを備え、前記信号供給手段は、一印刷周期内に、複数のパルス信号からなる駆動信号であって複数のインク滴を吐出させ且つそれらインク滴を飛翔中に合体させる駆動信号を印加し、前記駆動信号は、ヘッドのヘルムホルツ周期の半周期に等しい所定パルス幅よりも短いパルス幅を有するパルス信号と、前記所定パルス幅よりも長いパルス幅を有するパルス信号とを含んでいるものである。

【0021】理論的には、パルス信号のパルス幅がヘッドのヘルムホルツ周期の半周期に近いほど、インクメニスカス振動の共振の程度は大きくなる。そのため、インク滴の吐出速度は、パルス信号のパルス幅が上記半周期に等しい所定パルス幅に近いほど大きくなる。

【0022】上記インクジェット式記録装置では、一印刷周期内に印加される複数のパルス信号は、上記所定パルス幅よりも短いパルス幅を有するパルス信号と、上記所定パルス幅よりも長いパルス幅を有するパルス信号とを含んでいる。そのため、アクチュエータや圧力室の寸法誤差等によりヘルムホルツ周期が変動したとしても、インク滴の吐出速度を減少させるずれ成分と増加させるずれ成分とがある程度打ち消し合うので、合体後の吐出速度の変動は抑制される。したがって、ノズル間の吐出

速度のばらつきが少なくなり、記録の品質は向上する。

【0023】本発明に係るインクジェット式記録装置は、ノズルと当該ノズルに連通し且つインクが充填された圧力室とが形成されたヘッド本体と、前記ヘッド本体に設けられ、圧電素子と当該圧電素子に電圧を印加する電極とを有し、前記圧電素子の圧電効果によって前記圧力室内のインクに圧力を付与するアクチュエータと、前記アクチュエータの電極に信号を供給する信号供給手段とを備え、前記信号供給手段は、一印刷周期内に、複数のパルス信号からなる駆動信号であって複数のインク滴を吐出させ且つそれらインク滴を飛翔中に合体させる駆動信号を印加し、前記駆動信号は、インク滴の吐出速度を最大にする所定のパルス幅よりも短いパルス幅を有するパルス信号と、前記所定パルス幅よりも長いパルス幅を有するパルス信号とを含んでいるものである。

【0024】前述したように、理論的には、インク滴の吐出速度を最大にするパルス幅は、ヘッドのヘルムホルツ周期の半周期に等しいパルス幅である。しかし、実際には、パルス幅が上記半周期から若干ずれた所定パルス幅になったときに、吐出速度が最大となる場合もある。これは、隣り合うアクチュエータ同士の相互干渉等、種々の不確定要素が考えられるからである。なお、このような所定パルス幅は、予め実験等によって一義的に特定されるものである。

【0025】上記インクジェット式記録装置では、一印刷周期内に印加される複数のパルス信号は、上記所定パルス幅よりも短いパルス幅を有するパルス信号と、上記所定パルス幅よりも長いパルス幅を有するパルス信号とを含んでいる。そのため、前述のインクジェットヘッドと同様、ノズル間の吐出速度のばらつきが少なくなり、記録の品質は向上する。

【0026】前記駆動信号に含まれる複数のパルス信号は、各パルス信号のパルス幅と前記所定パルス幅との差の絶対値が徐々に小さくなるような順序で印加されてもよい。

【0027】前記駆動信号は、第1、第2及び第3のパルス信号を含んでおり、前記第1～第3パルス信号のうち、いずれか2つのパルス信号のパルス幅は前記所定パルス幅よりも短く、他の1つのパルス信号のパルス幅は前記所定パルス幅よりも長くてもよい。

【0028】前記駆動信号は、第1、第2及び第3のパルス信号を含んでおり、前記第1～第3パルス信号のうち、いずれか2つのパルス信号のパルス幅は前記所定パルス幅よりも長く、他の1つのパルス信号のパルス幅は前記所定パルス幅よりも短くてもよい。

【0029】前記圧電素子の厚みは0.5 $\mu$ m～5 $\mu$ mに設定されていてもよい。

【0030】圧電素子が薄膜化されている場合には、アクチュエータや圧力室の寸法誤差等が吐出速度に与える影響は大きくなりやすい。そのため、ノズル間の吐出速

度のばらつきが少なくなるという前述の効果が顕著に発揮されることになる。

【0031】前記ヘッド本体とアクチュエータとは、インクジェットヘッドを構成し、前記インクジェットヘッドと記録媒体とを相対移動させる移動手段を備えていてもよい。

【0032】なお、本明細書中においては、アクチュエータの共振とは、圧力室等にインクが充填されている状態におけるアクチュエータの共振を意味するものとする。すなわち、アクチュエータの共振とは、インクや圧力室形成部材等を含めた振動系全体の共振を意味するのであって、インクが充填されていない状態のアクチュエータ自身の共振を意味するものではない。なお、このようなアクチュエータの共振は、例えば、アクチュエータの変位の測定やインクメニスカスの測定等によって特定することができる。

【0033】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、ヘッドのヘルムホルツ周期に等しい所定パルス間隔またはインク吐出速度を最大にする所定パルス間隔を基準として、一印刷周期内に、上記所定パルス間隔よりも短いパルス間隔を有するパルス信号と、上記所定パルス間隔よりも長いパルス間隔を有するパルス信号とを供給することとした。また、ヘッドのヘルムホルツ周期の半周期に等しい所定パルス幅あるいはインク吐出速度を最大にする所定パルス幅を基準として、一印刷周期内に、上記所定パルス幅よりも短いパルス幅を有するパルス信号と、上記所定パルス幅よりも長いパルス幅を有するパルス信号とを供給することとした。そのため、アクチュエータや圧力室の寸法誤差等により、ノズル間のヘルムホルツ周期にばらつきが生じたとしても、インク吐出速度のばらつきを少なくすることができる。したがって、インクの着弾位置のずれを低減することができ、高画質の記録を実現することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0035】＜実施形態1＞図1は、インクジェット式記録装置としてのプリンタ20の概略構成を示している。プリンタ20は、キャリッジ16に固定されたインクジェットヘッド1を備えている。キャリッジ16には、図1では図示を省略するキャリッジモータ28（図6参照）が設けられている。キャリッジ16は、キャリッジモータ28によって主走査方向（図1及び図2に示すX方向）に延びるキャリッジ軸17にガイドされ、その方向に往復移動するように構成されている。インクジェットヘッド1はキャリッジ16に搭載されているので、インクジェットヘッド1もキャリッジ16の往復移動に伴って主走査方向Xに往復移動する。なお、このキャリッジ16、キャリッジ軸17及びキャリッジモータ

28により、インクジェットヘッド1と記録紙41とを相対移動させる移動手段19が構成されている。

【0036】記録紙41は、図1では図示を省略する搬送モータ26（図6参照）によって回転駆動される2つの搬送ローラ42に挟まれており、この搬送モータ26及び各搬送ローラ42により、主走査方向Xと直交する副走査方向（図1及び図2に示すY方向）に搬送される。

【0037】図2～図5に示すように、インクジェットヘッド1は、インクを収容する複数の圧力室4と各圧力室4にそれぞれ連通する複数のノズル2とが形成されたヘッド本体40と、各圧力室4内のインクに圧力を付与するアクチュエータ10とを有している。アクチュエータ10は、圧電素子13の圧電効果を利用するいわゆるピエゾ式のアクチュエータであって、特に、たわみ振動型のアクチュエータである。このアクチュエータ10は、圧力室4の縮小及び拡大に伴う圧力室4内の圧力変化によって、ノズル2からインク滴を吐出し且つ圧力室4にインクを充填する。

【0038】図2に示すように、圧力室4は、インクジェットヘッド1の内部に主走査方向Xに延びるように長溝状に形成され、副走査方向Yに互いに所定間隔をあけて配設されている。圧力室4の一端部（図2の右側の端部）には、ノズル2が設けられている。ノズル2は、インクジェットヘッド1の下面において、副走査方向Yに互いに所定間隔をあけて設けられている。圧力室4の他端部（図2の左側の端部）は、インク供給路5の一端部に連続している。各インク供給路5の他端部は、副走査方向Yに延びるインク供給室3に連続している。

【0039】図3に示すように、ヘッド本体40は、ノズル2が形成されたノズルプレート6と、圧力室4及びインク供給路5を区画する区画壁7とが積層されて構成されている。区画壁7の上には、アクチュエータ10が積層されている。ノズルプレート6は厚さ20 $\mu$ mのポリイミド板からなり、区画壁7は厚さ480 $\mu$ mのステンレス製ラミネート板またはステンレスと感光性ガラスとのラミネート板からなっている。

【0040】図4及び図5に誇張して示すように、アクチュエータ10は、圧力室4を覆う振動板11と、振動板11を振動させる薄膜の圧電素子13と、個別電極14とが順に積層されて構成されている。前述したように、このアクチュエータ10は圧電素子13の圧電効果を利用するものであって、いわゆる圧電アクチュエータである。振動板11は、厚さ2 $\mu$ mのクロム板からなっていて、個別電極14と共に圧電素子13に電圧を印加するための共通電極としての機能も有している。圧電素子13は、圧力室4に対応して設けられている。圧電素子13には、厚さ0.5 $\mu$ m～5 $\mu$ mのPZT（ジルコル酸チタン酸鉛）等を好適に用いることができる。本実施形態では、圧電素子13の厚みは3 $\mu$ mに設定されて

いる。個別電極14は厚さ0.1 $\mu$ mの白金板からなっており、アクチュエータ10の全体の厚さは約5 $\mu$ mとなっている。なお、互いに隣接する圧電素子13同士及び個別電極14同士の間には、ポリイミドからなる絶縁層15が設けられている。

【0041】次に、図6のブロック図を参照しながら、プリンタ20の制御回路35を説明する。制御回路35は、CPUからなる主制御部21と、各種データ処理のためのルーチン等を記憶したROM22と、各種データの記憶等を行うRAM23と、搬送モータ26及びキャリッジモータ28とをそれぞれ制御するためのドライバ回路25、27及びモータ制御回路24と、印刷データを受信するデータ受信回路29と、駆動信号発生回路30と、選択回路31とを備えている。選択回路31には、アクチュエータ10が接続されている。

【0042】駆動信号発生回路30は、一印刷周期内に1または2以上のパルスを含む駆動信号を発生させるように構成されている。なお、駆動信号の詳細については後述する。選択回路31は、インクジェットヘッド1がキャリッジ16と共に主走査方向Xに移動しているときに、上記駆動信号に含まれる1又は2以上のパルスをアクチュエータ10に選択的に入力させる。これら駆動信号発生回路30及び選択回路31により、アクチュエータ10に所定の駆動信号を供給する駆動回路32が構成されている。

【0043】次に、プリンタ20の動作について説明する。まず、プリンタ本体（図示せず）から画像データが送信され、データ受信回路29がこの画像データを受信する。すると、主制御部21がROM22に記憶された処理ルーチンに基づいて、モータ制御回路24及びドライバ回路25、27を介して、搬送モータ26及びキャリッジモータ28をそれぞれ制御する。また、主制御部21は、駆動信号発生回路30に駆動信号を発生させる。さらに、主制御部21は、上記画像データに基づいて、選択回路31に対し選択すべきパルス信号の情報を出力する。そして、選択回路31は、上記情報に基づいて、複数の駆動パルスのうちから所定の1または2以上の駆動パルスを選択してアクチュエータ10に供給する。例えば、一印刷周期内に1つのインク滴を吐出する場合には、1つのパルス信号を選択し、2つのインク滴を吐出する場合には、2つのパルス信号を選択する。これにより、インクジェットヘッド1のノズル2から、一印刷周期内に1または2以上のインク滴が吐出されることになる。

【0044】一印刷周期内に複数のパルスを供給する場合、駆動信号には、パルス間隔がヘッドのヘルムホルツ周期よりも短いパルスと、パルス間隔が上記ヘルムホルツ周期よりも長いパルスとがそれぞれ一つ以上含まれる。なお、ここでいうヘルムホルツ周期とは、ノズル2内及び圧力室4内のインクだけでなく、アクチュエータ



10等の影響をも含めた振動系全体の固有周期をいう。

【0045】次に、図7を参照しながら、一印刷周期T内にノズル2から3つのインク滴を吐出する場合について説明する。本実施形態では、アクチュエータ10に供給される駆動信号は、3つの台形波状パルスP1～P3、すなわち、第1パルスP1と第2パルスP2と第3パルスP3とを含んでいる。各パルスP1～P3は、圧力室4をいったん減圧してから加圧するようにアクチュエータ10を駆動するパルス信号であり、言い換えると、アクチュエータ10に引き押し動作（いわゆるブルプッシュ動作）を行わせることによってインク滴を吐出させる信号である。

【0046】第1パルスP1は、電位が基準電位 $V_H$ から所定の負圧電位（圧力室4内を減圧するようにアクチュエータ10を駆動する電位） $V_L$ にまで下降する立ち下がり波形P11と、電位を $V_L$ に維持するピークホールド波形P12と、電位が $V_L$ から基準電位 $V_H$ にまで上昇する立ち上がり波形P13とからなっている。

【0047】第2パルスP2は、基準電位 $V_H$ を維持する電位維持波形P21と、電位が基準電位 $V_H$ から負圧電位 $V_L$ にまで下降する立ち下がり波形P22と、電位を $V_L$ に維持するピークホールド波形P23と、電位が $V_L$ から基準電位 $V_H$ にまで上昇する立ち上がり波形P24とからなっている。

【0048】第3パルスP3は、基準電位 $V_H$ を維持する電位維持波形P31と、電位が基準電位 $V_H$ から負圧電位 $V_L$ にまで下降する立ち下がり波形P32と、電位を $V_L$ に維持するピークホールド波形P33と、電位が $V_L$ から基準電位 $V_H$ にまで上昇する立ち上がり波形P34とからなっている。

【0049】第1パルスP1のパルス間隔 $t_1$ 、第2パルスP2のパルス間隔 $t_2$ 、及び第3パルスP3のパルス間隔 $t_3$ は、ヘッドのヘルムホルツ周期 $t_0$ に対して、 $t_1 < t_3 < t_0$ 、かつ、 $t_2 > t_0$ に設定されている。つまり、第1パルスP1、第2パルスP2、第3パルスP3は、パルス間隔がヘルムホルツ周期 $t_0$ よりも短いパルス、長いパルス、短いパルスとなっている。

【0050】また、第1パルスP1、第2パルスP2及び第3パルスP3は、後から吐出するインク滴の方が先に吐出したインク滴よりも大きな速度で吐出されるように、各々のパルス間隔と上記ヘルムホルツ周期 $t_0$ との差の絶対値が徐々に小さくなるような順序で並んでいる。つまり、 $D1 = |t_1 - t_0|$ 、 $D2 = |t_2 - t_0|$ 、 $D3 = |t_3 - t_0|$ とすると、 $D1 > D2 > D3$ となっている。ただし、第1～第3インク滴を飛翔中に合体させることができれば、 $D1 \sim D3$ の関係は上記関係に限定されるものではない。

【0051】なお、第1パルスP1のパルス間隔 $t_1$ は、立ち下がり波形P11の始点と立ち上がり波形P

13の終点との間の間隔の2倍で定義する。一方、第2パルスP2のパルス間隔 $t_2$ は、電位維持波形P21の始点と立ち上がり波形P24の終点との間の間隔で定義する。また、第3パルスP3のパルス間隔 $t_3$ は、電位維持波形P31の始点と立ち上がり波形P34の終点との間の間隔で定義する。つまり、一印刷周期のうちの最初のパルスに関しては、パルス間隔として立ち下がり波形の始点と立ち上がり波形の終点との間の2倍の時間を取り、2番目以降のパルスに関しては、パルス間隔として電位維持波形の始点と立ち上がり波形の終点との間をとる。

【0052】第2パルスP2の電位維持波形P21及び第3パルスP3の電位維持波形P31は、いずれもヘルムホルツ周期 $t_0$ の $1/4 \sim 1/2$ 倍の間隔に設定されている。

【0053】アクチュエータ10に対して前記駆動信号が供給されると、まず、第1パルスP1によって第1のインク滴が吐出される。次に、第2パルスP2が印加され、インクメニスカス振動の共振によって、第1インク滴の吐出速度 $v_1$ よりも大きな吐出速度 $v_2$ で第2のインク滴が吐出される。そして更に、第3パルスP3が印加され、インクメニスカス振動の共振によって、第2インク滴の吐出速度 $v_2$ よりも大きな速度 $v_3$ によって第3のインク滴が吐出される。このように、第1～第3のインク滴は順に吐出速度が大きくなるように吐出され（ $v_1 < v_2 < v_3$ ）、その結果、第1～第3のインク滴は飛翔中に合体し、一つのインク滴となって記録紙41に着弾する。これにより、高速印刷の場合であっても、インクドットが長円になることがなく、良好なインクドットが形成されることになる。

【0054】ところで、圧力室4やアクチュエータ10等に関して、製造時に若干の寸法誤差等が生じることがある。また、使用環境温度の変化や経年劣化等のため、アクチュエータ10の特性が若干変化する場合もある。そのため、インクジェットヘッドに含まれるすべての圧力室4及びアクチュエータ10等の同一性を高度に維持することは困難であり、ヘルムホルツ周期は各ノズル毎に若干相違することがある。つまり、設計時等において予め設定していたヘルムホルツ周期（以下、基準共振周期という）と実際の共振周期との間に若干のずれが生じ、実際の共振周期はノズル毎に異なった値となる場合がある。

【0055】しかし、本実施形態では、駆動信号は、一印刷周期内に、パルス間隔が基準共振周期よりも短いパルスと、パルス間隔が基準共振周期よりも長いパルスとを含んでいる。したがって、ノズル間の特性にばらつきがあったとしても、ノズル間のインク吐出速度のばらつきは少なくなる。次に、図8及び図9を参照しながら、その理由を説明する。

【0056】図8(a)、8(b)、9(a)、9

(b) 及び 9 (c) は、パルス間隔とインク滴の吐出速度との関係を示している。図 8 (a) は、第 1～第 3 パルス  $P1 \sim P3$  のパルス間隔  $s_1 \sim s_3$  のすべてが、基準共振周期  $t_0$  よりも短い場合を示している。このような場合であっても、第 1～第 3 パルス  $P1 \sim P3$  のパルス間隔  $s_1 \sim s_3$  が基準共振周期  $t_0$  に徐々に近づくように設定されていれば、第 1～第 3 パルス  $P1 \sim P3$  によって吐出された第 1～第 3 インク滴の吐出速度  $w_1 \sim w_3$  は、徐々に大きくなる ( $w_1 < w_2 < w_3$ )。そのため、これらインク滴を飛翔中に合体させることができる。

【0057】しかし、例えば図 8 (b) に示すように、アクチュエータ 10 の特性の変化等によってヘルムホルツ周期が長い方にずれた場合 ( $t_0 \rightarrow t_0'$ ) には、アクチュエータの特性曲線は破線曲線  $U1$  から実線曲線  $U2$  に移行することになる。その結果、第 1～第 3 パルス  $P1 \sim P3$  によって吐出されるインク滴の吐出速度は、それぞれ基準の吐出速度よりも小さくなる。つまり、パルス間隔  $s_1$  の第 1 パルス  $P1$  によって吐出されたインク滴の吐出速度  $w_1'$  は、基準吐出速度  $w_1$  よりも小さくなる。また、パルス間隔  $s_2$  の第 2 パルス  $P2$  によって吐出されたインク滴の吐出速度  $w_2'$  は、基準吐出速度  $w_2$  よりも小さくなる。同様に、パルス間隔  $s_3$  の第 3 パルス  $P3$  によって吐出されたインク滴の吐出速度  $w_3'$  は、基準吐出速度  $w_3$  よりも小さくなる。その結果、第 1～第 3 インク滴のそれぞれについて吐出速度が小さくなることにより、合体後のインク滴の吐出速度も基準吐出速度に比べて相当小さくなる。そのため、インク滴の着弾位置はずれやすくなる。

【0058】これに対し、本実施形態では、図 9 (a) に示すように、一印刷周期内に印加される複数のパルスは、基準共振周期  $t_0$  よりも短い間隔で印加されるパルスと、基準共振周期  $t_0$  よりも長い間隔で印加されるパルスとを含んでいる。

【0059】ここで、図 9 (b) に示すように、ヘルムホルツ周期が長い方にずれた場合 ( $t_0 \rightarrow t_0'$ ) には、特性曲線は曲線  $Q1$  から曲線  $Q2$  に移行する。そして、基準共振周期  $t_0$  よりも短いパルス間隔のパルスによって吐出されたインク滴は、基準吐出速度よりも小さな速度で吐出されることになる。しかし、基準共振周期  $t_0$  よりも長いパルス間隔のパルスによって吐出されたインク滴は、逆に、基準吐出速度よりも大きな速度で吐出されることになる。具体的には、第 1 インク滴の吐出速度  $v_1'$  は基準吐出速度  $v_1$  よりも小さくなり、第 2 インク滴の吐出速度  $v_2'$  は基準吐出速度  $v_2$  よりも大きくなり、第 3 インク滴の吐出速度  $v_3'$  は基準吐出速度  $v_3$  よりも小さくなる。

【0060】一方、図 9 (c) に示すように、ヘルムホルツ周期が短い方にずれた場合 ( $t_0 \rightarrow t_0''$ ) には、特性曲線は曲線  $Q1$  から曲線  $Q3$  に移行する。そして、基準共振周期  $t_0$  よりも短いパルス間隔のパルスによって

吐出されたインク滴は、基準吐出速度よりも大きな速度で吐出されることになる。逆に、基準共振周期  $t_0$  よりも長いパルス間隔のパルスによって吐出されたインク滴は、基準吐出速度よりも小さな速度で吐出されることになる。具体的には、第 1 インク滴の吐出速度  $v_1'$  は基準吐出速度  $v_1$  よりも大きくなり、第 2 インク滴の吐出速度  $v_2'$  は基準吐出速度  $v_2$  よりも小さくなり、第 3 インク滴の吐出速度  $v_3'$  は基準吐出速度  $v_3$  よりも大きくなる。

【0061】したがって、本実施形態によれば、ヘルムホルツ周期が長い方にずれたとしても、また、短い方にずれたとしても、インクの吐出速度を減少させるずれ成分と増加させるずれ成分とがある程度打ち消し合う。したがって、すべてのインク滴の吐出速度が一律に基準吐出速度よりも小さくなる場合または大きくなる場合に比べて、合体後のインク滴の吐出速度の変動は抑制される。そのため、合体後のインク滴について、走査方向  $X$  の着弾位置のずれは小さくなる。

【0062】したがって、複数のノズル間においてヘルムホルツ周期のばらつきが生じたとしても、インク滴の着弾位置のばらつきを抑制することができる。そのため、ベタ印字における白筋の発生を防止できる等、記録の品質を向上させることができる。

【0063】なお、上記実施形態では、一印刷周期内に含まれるパルス  $P1 \sim P3$  は、パルス間隔が基準共振周期よりも短いパルス、長いパルス、短いパルスの順番に並んでいた。しかし、一印刷周期内に含まれるパルスは、パルス間隔が基準共振周期よりも長いパルス、短いパルス、長いパルスの順番に並んでいてもよい。また、上記基準共振周期よりも短いパルス、短いパルス、長いパルスの順番に並んでいてもよく、上記基準共振周期よりも長いパルス、短いパルス、短いパルスの順番に並んでいてもよい。更に、上記基準共振周期よりも長いパルス、長いパルス、短いパルスの順番に並んでいてもよく、上記基準共振周期よりも短いパルス、長いパルス、長いパルスの順番に並んでいてもよい。

【0064】一印刷周期内に印加される複数のパルスのうち、最後の方のパルスのパルス間隔が基準共振周期と等しい場合であっても、インク滴の吐出速度を吐出順に大きくすることができる。そのため、第 3 パルス  $P3$  のパルス間隔  $t_3$  は、基準共振周期  $t_0$  と等しくてもよい。また、第 2 パルス  $P2$  のパルス間隔  $t_2$  及び第 3 パルス  $P3$  のパルス間隔  $t_3$  の両方が基準共振周期  $t_0$  に等しくてもよい。つまり、

$$t_1 < t_3 \leq t_0, \text{ かつ } t_2 \geq t_0$$

であってもよい。

【0065】複数のパルスのうち、1 又は 2 以上のパルスにおいてパルス間隔が互いに等しくてもよい。

【0066】—実施例—

次に、2 つの実施例について説明する。

【0067】（実施例1）本実施例では、図7に示すように、一印刷周期T内に供給される駆動信号には、3つのパルスが含まれている。基準電圧 $V_H$ 、負圧電圧 $V_L$ 、第1パルスP1のパルス間隔 $t_1$ 、第2パルスP2のパルス間隔 $t_2$ 、及び第3パルスP3のパルス間隔 $t_3$ は、それぞれ表1及び表2に示す値に設定されている。本実施例では、基準共振周期は $8\mu s$ に設定されている。

【0068】なお、表1～3において、パラメータSは

パルス間隔が基準共振周期よりも短いパルスを表し、パラメータLはパルス間隔が基準共振周期よりも長いパルスを表している。表1及び表3には、パルス間隔が基準共振周期よりも短いパルスのみで駆動信号が構成されている例も示してあるが、この例は、実施例との比較のために実施された比較例である。

【0069】

【表1】

パラメータ	SSS		SLS		SSL		LSS	
$V_H$	26V							
$V_L$	0V							
$t_1$	5 $\mu s$	3 $\mu s$	5 $\mu s$	3 $\mu s$	5 $\mu s$	3 $\mu s$	10 $\mu s$	2 $\mu s$
$t_2$	6 $\mu s$	2 $\mu s$	9.5 $\mu s$	1.5 $\mu s$	6 $\mu s$	2 $\mu s$	6 $\mu s$	2 $\mu s$
$t_3$	6.5 $\mu s$	1.5 $\mu s$	6.5 $\mu s$	1.5 $\mu s$	8.5 $\mu s$	0.5 $\mu s$	8.5 $\mu s$	1.5 $\mu s$

$t_0=8\mu s$ ,  $n=1, 2, 3$

S...短いパルス間隔, L...長いパルス間隔

【0070】

【表2】

パラメータ	LSL		LLS		SLL	
$V_H$	26V					
$V_L$	0V					
$t_1$	10 $\mu s$	2 $\mu s$	10 $\mu s$	2 $\mu s$	5 $\mu s$	3 $\mu s$
$t_2$	6 $\mu s$	2 $\mu s$	8.5 $\mu s$	0.5 $\mu s$	9 $\mu s$	1 $\mu s$
$t_3$	8.5 $\mu s$	0.5 $\mu s$	7.5 $\mu s$	0.5 $\mu s$	8.5 $\mu s$	0.5 $\mu s$

$t_0=8\mu s$ ,  $n=1, 2, 3$

S...短いパルス間隔, L...長いパルス間隔

【0071】表3は、前記組合せに対し、第1インク滴、第2インク滴、第3インク滴、及び合体後のインク滴の吐出速度と、ヘルムホルツ周期が3.75%だけ長い方にずれた場合の第1インク滴、第2インク滴、第3

インク滴及び合体後のインク滴の吐出速度とを比較した結果を示している。

【0072】

【表3】

	SSS			SLS			SSL			LSS		
	3.75%Up前		3.75%Up後	3.75%Up前		3.75%Up後	3.75%Up前		3.75%Up後	3.75%Up前		3.75%Up後
V1	2.8m/s	>	2.4m/s	2.8m/s	>	2.4m/s	2.8m/s	>	2.4m/s	5.2m/s	<	5.6m/s
V2	5.2m/s	>	5.1m/s	8.0m/s	<	8.4m/s	5.2m/s	>	5.1m/s	8.3m/s	≥	8.3m/s
V3	8.9m/s	>	7.0m/s	11.3m/s	>	10.7m/s	10.1m/s	<	11.9m/s	12.7m/s	>	12.0m/s
合体後V	8.4m/s		5.4m/s (-16%)	8.9m/s		8.8m/s (-1%)	6.9m/s		7.7m/s (+12%)	9.5m/s		9.3m/s (-2%)
	LSL			LLS			SLL					
	3.75%Up前		3.75%Up後	3.75%Up前		3.75%Up後	3.75%Up前		3.75%Up後			
V1	5.2m/s	<	5.6m/s	5.2m/s	<	5.6m/s	2.8m/s	>	2.4m/s			
V2	8.3m/s	≥	8.3m/s	8.4m/s	<	9.4m/s	8.0m/s	<	8.4m/s			
V3	14.5m/s	≤	14.5m/s	10.5m/s	>	10.0m/s	9.9m/s	<	12.0m/s			
合体後V	10.2m/s		10.2m/s (0%)	8.5m/s		9.2m/s (+8%)	8.3m/s		9.1m/s (+10%)			

【0073】表3から、第1～第3パルスP1～P3のパルス間隔 $t_1$ ～ $t_3$ のすべてが基準共振周期より短い場合よりも、パルス間隔 $t_1$ ～ $t_3$ が基準共振周期よりも短いパルス間隔と長いパルス間隔との両方を含んでいる方が、ヘルムホルツ周期が長い方にずれたとしても合体後の吐出速度の変動は小さいことが分かる。

【0074】（実施例2）本実施例では、図10に示すように、一印刷周期T内に供給される駆動信号には、4

つのパルスが含まれている。基準電圧 $V_H$ 、負圧電圧 $V_L$ 、第1パルスP1のパルス間隔 $t_1$ 、第2パルスP2のパルス間隔 $t_2$ 、第3パルスP3のパルス間隔 $t_3$ 、及び第4パルスP4のパルス間隔 $t_4$ は、それぞれ表4に示す値に設定されている。なお、本実施例では、基準共振周期は $8\mu s$ に設定されている。

【0075】

【表4】

パラメータ	数値
$V_H$	26V
$V_L$	0V
$t_1$	13 $\mu$ s
$t_2$	9 $\mu$ s
$t_3$	8.5 $\mu$ s
$t_4$	7.5 $\mu$ s

【0076】したがって、本実施例では、パルス間隔が基準共振周期よりも長いパルスP1、長いパルスP2、長いパルスP3、短いパルスP4の順に、4つのパルスが印加される。

【0077】共振周期のばらつきに対する吐出速度の変動割合について

図11は、ヘルムホルツ周期のばらつきに対するインク滴の吐出速度の変動割合を示すグラフである。横軸は基準共振周期に対する共振周期の割合を示し、縦軸は、基準共振周期における吐出速度（基準吐出速度）に対する吐出速度の割合を示している。図11より、共振周期のばらつきが±3%以内のときには、インク滴の吐出速度のばらつきが±10%以内の範囲内に抑えられることが分かる。

【0078】＜実施形態2＞実施形態1は、インク滴の吐出速度を最大にするパルス間隔として、ヘッドのヘルムホルツ周期に等しい間隔を基準にした。しかし、実際のインクジェットヘッド1においては、隣り合うアクチュエータ10同士の相互干渉など、種々の不確定要素が存在する。そのため、インク滴の吐出速度を最大にするパルス間隔は、ヘルムホルツ周期から若干ずれた所定間隔となる場合もある。

【0079】そこで、実施形態2は、実際にインク滴の吐出速度を最大にする所定パルス間隔を基準として、パルス間隔が上記所定パルス間隔よりも短いパルスと、パルス間隔が上記所定パルス間隔よりも長いパルスとを、一印刷周期内に含めることとした。

【0080】なお、インク滴の吐出速度を最大にする所定パルス間隔は、予め実験等によって一義的に特定することができる。

【0081】本実施形態においても、実施形態1と同様、複数のアクチュエータ間において共振周期のばらつきがあったとしても、インク滴の着弾位置のばらつきを抑制することができ、記録の品質を向上させることができる。

【0082】＜実施形態3＞図12に示すように、実施形態3では、一印刷周期T内に供給される駆動信号は、パルス幅がヘッドのヘルムホルツ周期の半周期よりも短いパルス信号と、パルス幅が上記半周期よりも長いパルス信号とを含んでいる。

【0083】本実施形態においても、一印刷周期T内に、第1～第3のパルスP1～P3が供給される。こ

では、パルス幅を、パルスの立ち下がり波形の始点とピークホールド波形の終点との間の間隔と定義することとする。基準となるヘルムホルツ周期を $t_0$ とすると、第1パルスP1のパルス幅 $t_{11}$ 、第2パルスP2のパルス幅 $t_{12}$ 、第3パルスP3のパルス幅 $t_{13}$ は、

$t_{11} < t_{13} \leq 0.5 \times t_0$ 、かつ、 $t_{12} > 0.5 \times t_0$ に設定されている。つまり、第1パルスP1、第2パルスP2、第3パルスP3は、パルス幅が基準共振周期 $t_0$ の半分の値 $t_f = 0.5 \times t_0$ よりも短いパルス、長いパルス、短いパルスとなっている。

【0084】また、第1パルスP1、第2パルスP2、第3パルスP3は、後から吐出するインク滴の方が先に吐出したインク滴よりも大きな速度で吐出されるように、各々のパルス幅と上記半周期 $t_f$ との差の絶対値が徐々に小さくなるような順序で並んでいる。つまり、 $D_{11} = |t_{11} - t_f|$ 、 $D_{12} = |t_{12} - t_f|$ 、 $D_{13} = |t_{13} - t_f|$ とすると、 $D_{11} > D_{12} > D_{13}$ となっている。ただし、第1～第3インク滴を飛翔中に合体させることができれば、 $D_{11} \sim D_{13}$ の関係は上記関係に限定されるものではない。

【0085】第2パルスP2の電位維持波形P21及び第3パルスP3の電位維持波形P31は、いずれも基準共振周期 $t_0$ の $1/4 \sim 1/2$ 倍の間隔に設定されている。

【0086】本実施形態においても、第1～第3パルスP1～P3が印加されることによって第1～第3インク滴が吐出され、これらインク滴は飛翔中に合体して一つのインク滴となり、記録紙41に着弾する。

【0087】このように本実施形態においては、一印刷周期内に、基準となるヘルムホルツ周期 $t_0$ の半分の値 $t_f$ よりも短いパルス幅を有するパルスP1、P3と、上記半周期 $t_f$ よりも長いパルス幅を有するパルスP2とを供給するので、アクチュエータ間の特性にばらつきがあること等により共振周期に変動が生じたとしても、インクの吐出速度を減少させるずれ成分と増加させるずれ成分とは、互いに打ち消し合うことになる。そのため、本実施形態においても、合体後のインク滴の着弾位置のばらつきを抑制することができ、印刷の品質を向上させることができる。

【0088】なお、上記実施形態では、一印刷周期内に含まれる駆動信号のパルスP1～P3は、パルス幅が上記半周期 $t_f$ よりも短いパルス、長いパルス、短いパ

スの順番に並んでいた。しかし、一印刷周期内に含まれる駆動信号のパルスは、パルス幅が前記半周期  $t_f$  よりも長いパルス、短いパルス、長いパルスの順番に並んでいてもよい。また、パルス幅が前記半周期  $t_f$  よりも短いパルス、短いパルス、長いパルスの順に並んでいてもよい。更に、パルス幅が前記半周期  $t_f$  よりも長いパルス、長いパルス、短いパルスの順に並んでいてもよく、短いパルス、長いパルス、長いパルスの順に並んでいてもよい。

【0089】一印刷周期内に印加される複数のパルスのうち、最後の方のパルスのパルス幅が前記半周期  $t_f$  と等しい場合であっても、インク滴の吐出速度を吐出順に大きくすることができる。そのため、第3パルスP3のパルス幅  $t_{13}$  は、前記半周期  $t_f$  と等しくてもよい。また、第2パルスP2のパルス幅  $t_{12}$  及び第3パルスP3

のパルス幅  $t_{13}$  の両方が前記半周期  $t_f$  に等しくてもよい。つまり、

$$t_{11} < t_{13} \leq t_f, \text{ かつ、 } t_{12} \geq t_f$$

であつてもよい。

#### 【0090】—実施例—

次に、実施例について説明する。

【0091】（実施例3）本実施例では、図12に示すように、一印刷周期T内に供給される駆動信号には、3つのパルスが含まれている。基準電圧  $V_H$ 、負圧電圧  $V_L$ 、第1パルスP1のパルス幅  $t_{11}$ 、第2パルスP2のパルス幅  $t_{12}$ 、及び第3パルスP3のパルス幅  $t_{13}$  は、それぞれ表5及び表6に示す値に設定されている。なお、本実施例では、基準共振周期は  $8\mu s$  に設定されている。

#### 【0092】

【表5】

パルス	SSS	SLS	SSL	LSS
$V_H$	26V			
$V_L$	0V			
$t_1$	$2\mu s$	$2\mu s$	$2\mu s$	$4.5\mu s$
$t_2$	$3.5\mu s$	$0.5\mu s$	$3.5\mu s$	$0.5\mu s$
$t_3$	$4\mu s$	$0\mu s$	$4\mu s$	$0\mu s$

$t_r = 4\mu s$ ,  $n = 1, 2, 3$

S...短いパルス間隔, L...長いパルス間隔

#### 【0093】

【表6】

パルス	LSL	LLS	SLL	LSS
$V_H$	26V			
$V_L$	0V			
$t_1$	$4.5\mu s$	$0.5\mu s$	$4.5\mu s$	$2\mu s$
$t_2$	$3.5\mu s$	$0.5\mu s$	$4.5\mu s$	$0.5\mu s$
$t_3$	$4.5\mu s$	$0.5\mu s$	$4\mu s$	$0\mu s$

$t_r = 4\mu s$ ,  $n = 1, 2, 3$

S...短いパルス間隔, L...長いパルス間隔

【0094】表7は、前記組合せに対し、第1インク滴、第2インク滴、第3インク滴、及び合体後のインク滴の吐出速度と、ヘルムホルツ周期が3.75%だけ長い方にずれた場合の第1インク滴、第2インク滴、第3

インク滴、及び合体後のインク滴の吐出速度とを比較した結果を示している。

#### 【0095】

【表7】

	SSS		SLS		SSL		LSS	
	3.75%Up前	3.75%Up後	3.75%Up前	3.75%Up後	3.75%Up前	3.75%Up後	3.75%Up前	3.75%Up後
V1	2.8m/s	> 2.4m/s	2.8m/s	> 2.4m/s	2.8m/s	> 2.4m/s	5.2m/s	< 5.8m/s
V2	5.2m/s	> 5.1m/s	8.0m/s	< 8.4m/s	5.2m/s	> 5.1m/s	8.3m/s	≥ 8.3m/s
V3	8.9m/s	> 7.0m/s	11.3m/s	> 10.7m/s	10.1m/s	< 11.9m/s	12.7m/s	> 12.0m/s
合体後V	6.4m/s	5.4m/s (-16%)	8.9m/s	8.8m/s (-1%)	6.9m/s	7.7m/s (+12%)	9.5m/s	9.3m/s (-2%)
	LSL		LLS		SLL			
	3.75%Up前	3.75%Up後	3.75%Up前	3.75%Up後	3.75%Up前	3.75%Up後		
V1	5.2m/s	< 5.6m/s	5.2m/s	< 5.6m/s	2.8m/s	> 2.4m/s		
V2	8.3m/s	≥ 8.3m/s	8.4m/s	< 9.4m/s	8.0m/s	< 8.4m/s		
V3	14.5m/s	≤ 14.5m/s	10.5m/s	> 10.0m/s	9.9m/s	< 12.0m/s		
合体後V	10.2m/s	10.2m/s (0%)	8.5m/s	9.2m/s (+8%)	8.3m/s	9.1m/s (+10%)		

【0096】表7から、第1～第3パルスP1～P3の

パルス幅  $t_{11} \sim t_{13}$  のすべてが前記半周期  $t_f$  より短い

場合よりも、パルス幅  $t_{11} \sim t_{13}$  が前記半周期  $t_f$  よりも短いパルス幅と長いパルス幅とを含んでいる方が、ヘルムホルツ周期が長い方にずれたとしても合体後の吐出速度の変動は抑制されることが分かる。

【0097】＜実施形態4＞実施形態3は、インク滴の吐出速度を最大にするパルス幅として、ヘッドのヘルムホルツ周期  $t_0$  の半周期  $t_f$  を基準にした。しかし、実際のインクジェットヘッド1においては、インク滴の吐出速度を最大にするパルス幅は、上記半周期  $t_f$  から若干ずれた値となる場合もある。

【0098】そこで、実施形態4は、実際にインク滴の吐出速度を最大にする所定パルス幅を基準として、パルス幅が上記所定パルス幅よりも短いパルスと、パルス幅が上記所定パルス幅よりも長いパルスとを、一印刷周期内に含めることとした。

【0099】なお、インク滴の吐出速度を最大にする所定パルス幅は、予め実験等によって一義的に特定することができる。

【0100】本実施形態においても、実施形態3と同様、複数のノズル間においてヘルムホルツ周期のばらつきがあったとしても、インク滴の着弾位置のばらつきを抑制することができ、記録の品質を向上させることができる。

【0101】＜その他の実施形態＞一印刷周期内に含まれる駆動信号のパルス数は、3または4に限定されるものではなく、5以上でも構わない。

【0102】駆動信号に含まれるパルス信号は、圧力室4を減圧した後に加圧するいわゆる引き押しパルスに限定されるわけではない。圧力室4を加圧した後に減圧するいわゆる押し引きパルスであってもよく、その他の波形を有するパルスであってもよい。

【0103】パルスの波形は、台形波に限らず、矩形波、三角波、正弦波等であってもよく、何ら限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に係るプリンタの概略構成図である。

【図2】インクジェットヘッドの部分平面図である。

【図3】図2のIII-III線断面図である。

【図4】アクチュエータ近傍の部分断面図である。

【図5】図2のV-V線断面図である。

【図6】制御回路のブロック図である。

【図7】実施形態1に係る駆動信号の波形図である。

【図8】(a)及び(b)は、パルス間隔とインク滴の吐出速度との関係を説明するための図であり、図8

(a)は共振周期が基準共振周期と一致している場合を示し、図8(b)は共振周期が基準共振周期よりも大きい場合を示す。

【図9】(a)～(c)は、パルス間隔とインク滴の吐出速度との関係を説明するための図であり、図9(a)は共振周期が基準共振周期と一致している場合を示し、図9(b)は共振周期が基準共振周期よりも大きい場合を示し、図9(c)は共振周期が基準共振周期よりも小さい場合を示す。

【図10】実施形態1の実施例に係る駆動信号の波形図である。

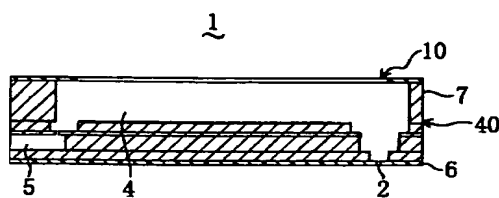
【図11】共振周期のばらつきに対するインク滴の吐出速度の変動割合を示すグラフである。

【図12】実施形態3に係る駆動信号の波形図である。

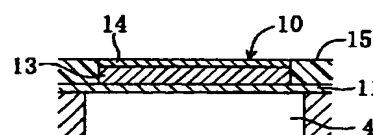
【符号の説明】

1	インクジェットヘッド
2	ノズル
3	インク供給室
4	圧力室
10	アクチュエータ
11	振動板
13	圧電素子
14	個別電極
20	プリンタ（インクジェット式記録装置）
32	駆動回路（信号供給手段）
35	制御回路
40	ヘッド本体
41	記録紙
P1～P3	パルス信号

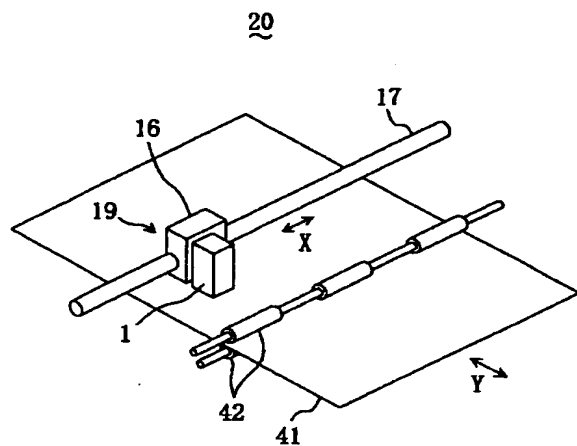
【図3】



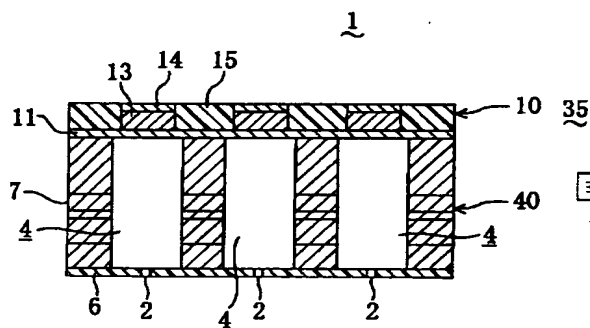
【図4】



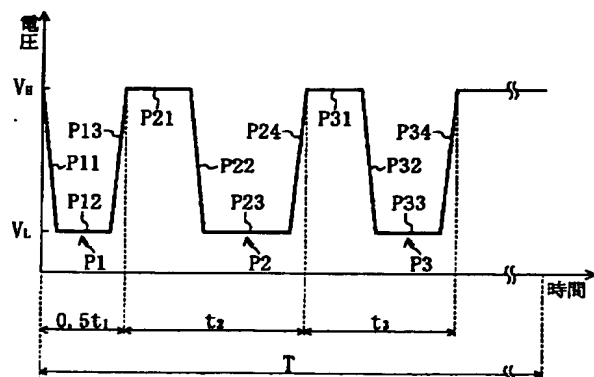
【図1】



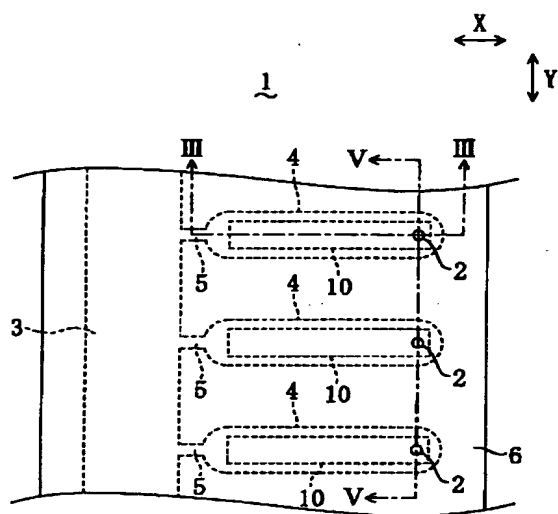
【図5】



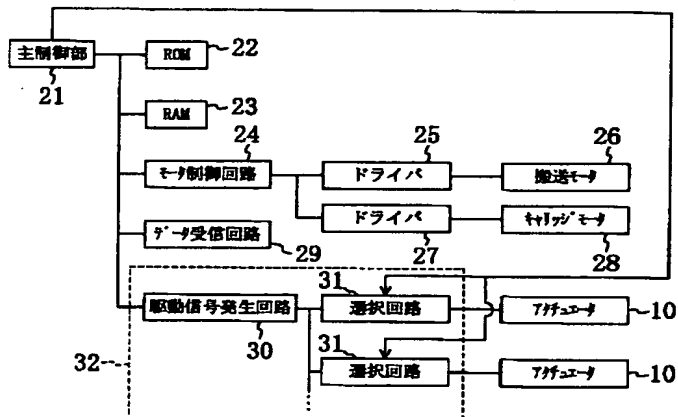
【図7】



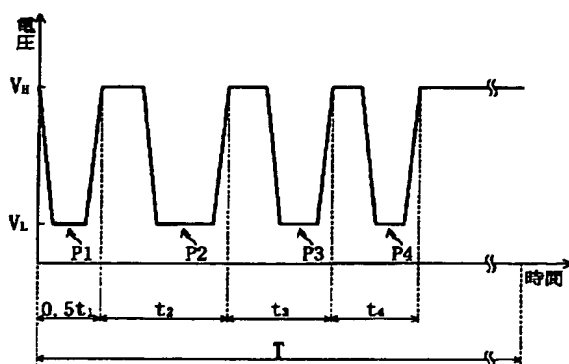
【図2】



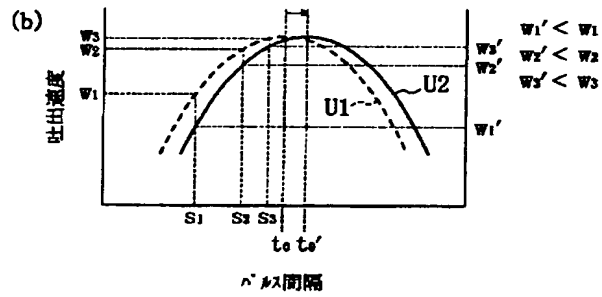
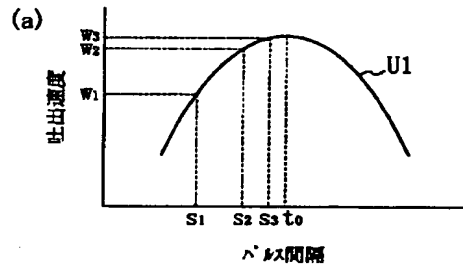
【図6】



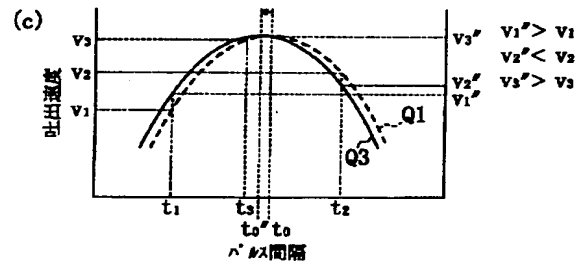
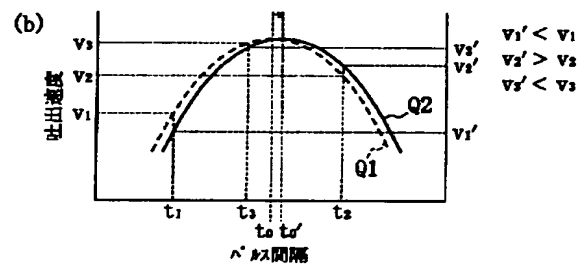
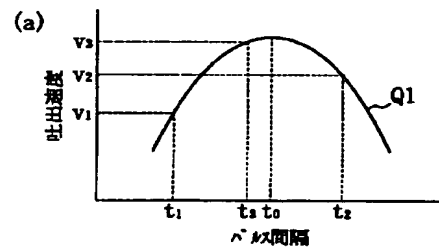
【図10】



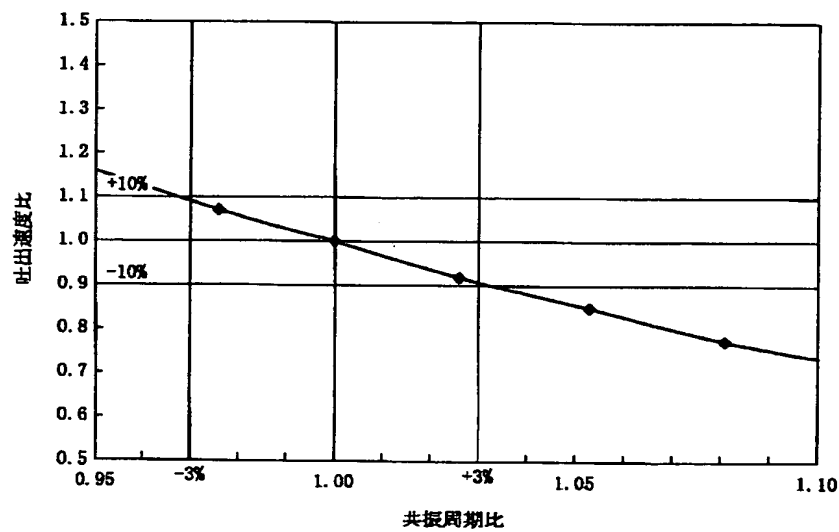
【図8】



【図9】

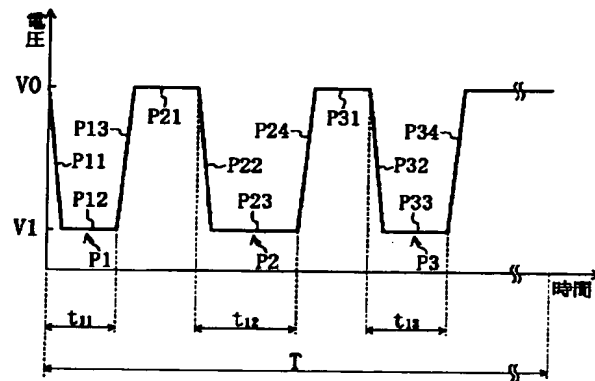


【図11】





【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 松尾 幸治  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 富田 正史  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 大山 正治  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 立川 雅一郎  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF30 AF42 AM21 AR04 AR16  
BA14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**